

# LOW STRAIN HARDENING APPARATUS AND HARDENING METHOD

**Publication number:** JP2002235111

**Publication date:** 2002-08-23

**Inventor:** KOYAMA YASUHIRO

**Applicant:** TOYOTA MOTOR CORP

**Classification:**

- international: **H05B6/36; C21D1/10; C21D1/62; C21D9/28; H05B6/40; H05B6/44; H05B6/36; C21D1/09; C21D1/62; C21D9/28; (IPC1-7): C21D1/10; C21D1/62; C21D9/28; H05B6/36; H05B6/40; H05B6/44**

- european:

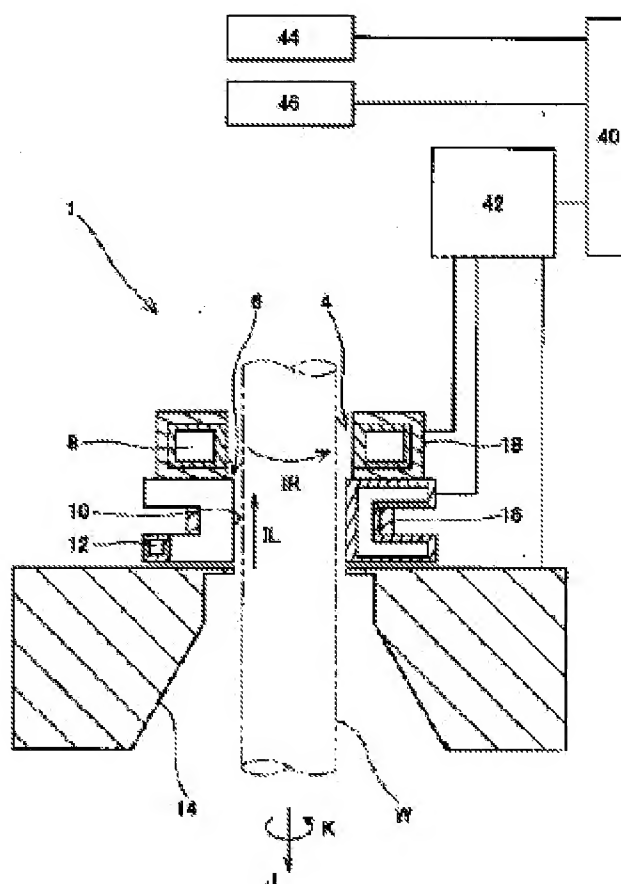
**Application number:** JP20010027669 20010205

**Priority number(s):** JP20010027669 20010205

*Report a data error here*

## Abstract of JP2002235111

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To solve such a problem that strain in a work can not sufficiently be restrained though the work is heated with a line coil, even in the case of low-strain-hardening the work which can be uniformly heated by using the line coil in comparison with the use of the other apparatus. **SOLUTION:** The low strain hardening apparatus is provided with a ring coil 4 for preheating a shaft-like work W, the line coil 6 for main-heating the preheated work, a cooling means 14 for cooling the main-heated work, a rotating means 44 for rotating the shaft-like work around its axis and a feeding means 46 for shifting the shaft-like work so as to come to the cooling means 14 from the ring coil 4 along the axis through the line coil 6. Firstly, the shaft-like work W is preheated with the ring coil 4 for shifting in the axial direction while rotating around the rotating axis, and successively, this work is main-heated with the line coil 6 and thereafter, this work is cooled. The work is uniformly heated in a short time, and thus the strain is restrained.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2002-235111  
(P2002-235111A)

(43)公開日 平成14年8月23日(2002.8.23)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード*(参考)
C 2 1 D	1/10	C 2 1 D 1/10	C 3 K 0 5 9
	1/62	1/62	E 4 K 0 4 2
	9/28	9/28	A
			B
審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 7 頁) 最終頁に続く			

(21)出願番号 特願2001-27669(P2001-27669)

(22)出願日 平成13年2月5日(2001.2.5)

(71)出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72)発明者 小山 泰浩

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74)代理人 100091742

弁理士 小玉 秀男 (外1名)

Fターム(参考) 3K059 AA09 AB24 AD05 CD65 CD75

4K042 AA14 BA10 DA01 DB01 DC05

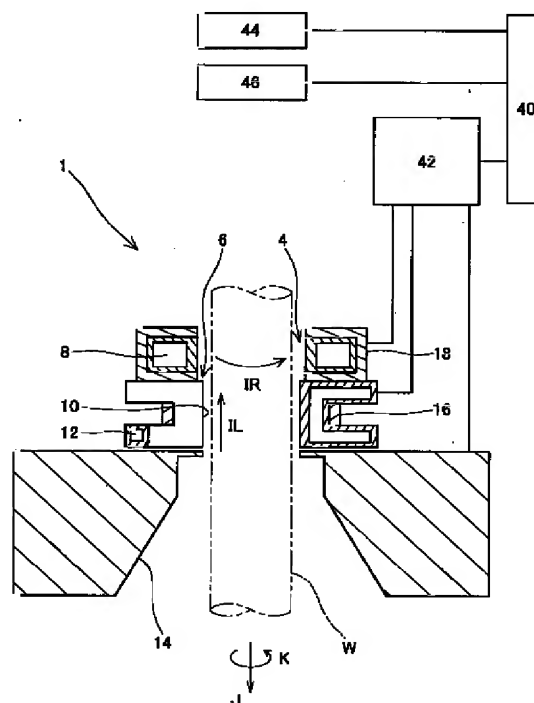
DE02 DF02 EA01

(54)【発明の名称】 低歪焼入装置と焼入方法

(57)【要約】

【課題】 ラインコイルを用いた方が均質に加熱できるワークを低歪焼入する場合、ラインコイルで加熱する。しかしながら、歪を十分に抑制できない。

【解決手段】 軸形状ワークWを予熱するリングコイル4と、予熱されたワークを本加熱するラインコイル6と、本加熱されたワークを冷却する冷却手段14と、軸形状ワークを軸の回りに回転させる回転手段44と、軸形状ワークを軸に沿ってリングコイル4からラインコイル6を経由して冷却手段14に至るように移動させる送り手段46を用意する。軸形状ワークWを回転軸回りに回転させながら軸方向に移動させることによって、まずリングコイル4で予熱し、ついでラインコイル6で本加熱し、その後に冷却する。ワークが短時間に均質に加熱され、歪が抑制される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 軸形状ワークを予熱するリングコイルと、予熱されたワークを本加熱するラインコイルと、本加熱されたワークを冷却する冷却手段と、軸形状ワークを軸の回りに回転させる回転手段と、軸形状ワークを軸に沿ってリングコイルからラインコイルを経由して冷却手段に至るまで移動させる送り手段とを備えた低歪焼入装置。

【請求項2】 前記ラインコイルが、ワーク回転軸から等距離に置かれている複数のライン部を有することを特徴とする請求項1に記載の低歪焼入装置。

【請求項3】 軸形状ワークを回転軸回りに回転させながら軸方向に移動させることによって、まずリングコイルで予熱し、ついでラインコイルで本加熱し、その後に冷却することを特徴とする低歪焼入方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、軸形状ワークに低歪焼入を行うための装置と方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 ワーク表面に高周波電流を誘導して加熱し、加熱されたワーク表面を冷却してワーク表面を焼入する技術が知られている。ワーク表面に高周波電流を誘導するためにワーク表面に近接して向かい合う位置に高周波加熱コイルを置き、そのコイルに高周波を印加することによってワーク表面に高周波電流を誘導する。

【0003】 ワークが長尺の場合、リングコイルかまたはラインコイルが用いられる。リングコイルによると、高周波電流がワークの周方向に流れ、ワークが周方向に一樣に加熱されやすい。例えば、ワークの外周に長手方向（軸方向）に伸びるキー溝が形成されている場合、リングコイルによって周方向に電流を流すことによってキー溝部と非キー溝部での加熱不均一性を低下することができる。一方、ラインコイルによると、高周波電流がワークの長手方向に流れ、ワークが長手方向に一樣に加熱されやすい。例えば、ワークの外周にネジが形成されている場合、ラインコイルによって長手方向に電流を流すことによってネジ山部とネジ谷部での加熱不均一性を低下することができる。このことは、逆の組合せと対比すると明らかである。外周に長手方向に伸びるキー溝が形成されているワークをラインコイルで加熱すると、キー溝部と非キー溝部で加熱温度が大きく異なってしまう。外周にネジが形成されているワークをリングコイルで加熱すると、ネジ山部とネジ谷部で加熱温度が大きく異なってしまう。

【0004】 特開平9-315133号公報には、長手方向に大径部と小径部が連続しており、大径部外周に長手方向に伸びる溝が形成されているワークの高周波加熱のために、ラインコイルとリングコイルを併用する技術が開示されている。ラインコイルを用いることによって

大径部と小径部での加熱不均一性を押さえ、リングコイルを用いることによって溝部と非溝部での加熱不均一性を押さえる。

【0005】 本発明では、断面がほぼ円形の軸形状ワークを焼入する。即ち、外周に軸方向に伸びる溝等があって、断面が円形とならないワークを処理対象にしている。但し、断面が完全な円形となるワークに限られるものではない。表面にネジが形成されているワークの断面は完全な円形にはならないものの、全体としてみると軸方向に変化していて周方向には均一な形状をしており、ワーク表面を均一に加熱するためにはラインコイルが適している。本発明が焼入処理の対象とするワークは、リングコイルよりもラインコイルを用いたほうがワーク表面が均一に加熱される形状のワークである。この明細書ではそのような形状のワークを軸形状ワークという。軸形状ワークを均一に加熱する場合、前記したところから明らかに、当然にラインコイルを用いる。

【0006】 焼入処理することによってワーク形状が不均一に変形してワークが歪む現象が生じることが避けられない。しかしながらその歪を小さく押さえることが要請されている。本発明が焼入処理の対象とする軸形状ワークは、リングコイルよりもラインコイルを用いたほうがワーク表面が均一に加熱される形状のワークである。均一に加熱しておいて冷却した方が、不均一に加熱しておいて冷却するよりも歪が抑制される。そこで従来は、リングコイルよりもラインコイルを用いたほうがワーク表面が均一に加熱される軸形状ワークを焼入する場合には、ラインコイルを用いて均一に加熱しておいて冷却する方式を採用することによって、歪の発生を抑制する。明らかに、リングコイルを用いて不均一に加熱しておいて冷却する方式を採用する場合に対比すると歪の発生が抑制される。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、それでも歪を抑制しきれないことがある。例えば高い寸法精度が必要とされるパワーステアリングラックの場合には、抑制しきれない小さな歪が問題となるために、焼入後に歪を取除く工程が必要とされる。そこで、本発明は、さらに歪を抑制することができる焼入技術を実現するために研究された。本発明者の研究によって、焼入処理に伴って発生する歪には、加熱の均質性のみならず、加熱に要する時間も影響することを確認した。即ち、加熱の均質性が同レベルでも短時間で加熱して冷却すると歪が抑制されるのに、長時間かけて加熱してから冷却すると歪が大きくなることを確認した。そこで、さらに研究したところ、ラインコイルを用いて加熱すると、確かに加熱の均質性が向上する反面、加熱に要する時間は長くなるために、加熱の均質性を損ねることなく加熱に要する時間を短縮化することができれば、さらに歪を抑制できることを認識した。本発明はこの知見に基づいて

開発されたものであり、加熱の均質性を損ねずに加熱時間を短縮化することができれば歪が抑制できるという性質を利用する。

【0008】

【課題を解決するための手段と作用と効果】 本発明は、従来では不可能なレベルにまで歪の発生を抑制できる焼入装置を実現する。この低歪焼入装置は、軸形状ワークを予熱するリングコイルと、予熱されたワークを本加熱するラインコイルと、本加熱されたワークを冷却する冷却手段と、軸形状ワークを軸の回りに回転させる回転手段と、軸形状ワークを軸に沿ってリングコイルからラインコイルを経由して冷却手段に至るまで移動させる送り手段とを備えている。

【0009】この焼入装置によれば、加熱効率の良いリングコイルでまず予熱する。この予熱段階では、ワークは軸方向に均質に予熱されない。そのまま焼入すると、不均質に加熱された状態から冷却されるために焼入処理に伴って大きな歪が生じる。しかしながら、本焼入装置では、予熱された軸形状ワークをラインコイルによって本加熱した後に冷却するために、本加熱の終了後で冷却の直前には均質に加熱されている。このために、均質に加熱しておいて冷却することによって歪が小さい焼入をすることができる。本発明の焼入装置では、加熱効率の良いリングコイルで予熱することから全体加熱時間が短時間化され、しかも、均質に加熱のできるラインコイルで本加熱するために加熱の均質性が損なわれない。短時間で均質に加熱されるために、今まで不可能であったレベルにまで歪を小さく抑制することができる。

【0010】本装置では、ワーク回転軸から等距離に置かれている複数のライン部を有するラインコイルを用いることが好ましい。

【0011】この構成によると、ラインコイルの均質な加熱力を利用したうえで、さらに加熱時間を短縮化することができ、一層効果的に歪の発生を抑制することができる。

【0012】本発明はまた従来にない低歪を実現する焼入方法を創出した。この焼入方法では、軸形状ワークを回転軸回りに回転させながら軸方向に移動させることによって、まずリングコイルで予熱し、ついでラインコイルで本加熱し、その後に冷却する。

【0013】この焼入方法によると、加熱効率の良いリングコイルでまず予熱し、ついで均一に加熱できるラインコイルで本加熱するために、短時間で均質に加熱することができ、今まで不可能なレベルにまで歪を小さく抑制することを可能とする。

【0014】

【発明の実施の形態】 この発明は、下記の形態で実施することができる。

(形態1) リングコイルのリング部に流す電流の方向とラインコイルのライン部に流す電流の方向は直交関係に

あり、そのリングコイルとそのラインコイルは一定距離をもって近接している。

(形態2) ワークの回転軸から等距離に置かれている複数のライン部が直列に接続されている。

【0015】

【実施例】 実施例に係る低歪焼入装置を、図1～5を参照して説明する。この低歪焼入装置1は、リングコイル4とラインコイル6と冷却部14とワーク回転部44とワーク送り部46と電力供給部42と制御部40を主構成とする。

【0016】リングコイル4は、銅製の角管から構成されている。図2、3に良く示されるように、リングコイル4は、一端22からリング部5を介して他端24まで一続きの管である。リング部5の中心には空間25が設けられており、軸形状ワークW（以下、ワークWという）が同心の位置関係で貫通する。リングコイル4は電力供給部42に接続されている。リングコイル4は、電力供給部42から供給された電流を、一端22からリング部5を介して他端24へ（その逆方向も可）流すことができる。リングコイル4の角管の内部は冷却水通路8となっている。冷却水通路8には、通電時にリングコイル4が過熱することを防止するための冷媒（この場合には水）を流すことができる。リングコイル4の冷却水通路8は、一端22からリング部5を介して他端24に至っている。図1に示すように、リングコイル4はラインコイル6の上面に配設されているリングコイル枠18によって固定されている。リングコイル枠18は絶縁材料で形成されている。

【0017】ラインコイル6は、銅製の角管群が組合されて構成されている。図4、5に良く示されるように、ラインコイル6は、複数のライン部10を有し、一端26からその複数のライン部10を介して他端28まで一続きの管である。図6は、ラインコイル6の電流経路の一部をスケルトンで示しており、一端26から辿っていくと、ワークに電流を誘導するライン部10は、半径の小さな部分で上から下に伸びている。一方、半径の大きな部分では電流経路が下から上に伸びている。ラインコイル6の複数のライン部10は直列に接続されて、電流の流れる向きが揃えられている。ラインコイル6の中心には空間29が設けられており、ワークWが同心の位置関係で貫通する。複数のライン部10は、ワークWの回転軸から等距離に置かれている。ラインコイル6は電力供給部42に接続されている。ラインコイル6は、電力供給部42から供給された電流を、一端26から複数のライン部10を介して他端28へ（その逆方向も可）流すことができる。ライン部10に流れる電流の向きはすべて同一である。ライン部10に流れる電流はワークWの軸方向であり、リングコイル4のリング部5に流れる電流はワークWの周方向であり、両者は直交する。ラインコイル6の角管の内部は冷却水通路12となってい

る。冷却水通路12には、通電時にラインコイル6が過熱するのを防止するための冷媒（この場合は水）を流すことができる。ラインコイル6の冷却水通路12は、一端26から複数のライン部10を介して他端28に至っている。図1に示すように、ラインコイル6は、冷却部14の上方に配設されているラインコイル枠16によって固定されている。ラインコイル枠16は絶縁材料で形成されている。

【0018】冷却部14は、本加熱されたワークWを焼入するための冷却液（例えば、水）をワークWに向けて噴出する冷却液噴射口（図示省略）を有する。冷却部14の冷却液噴射口から噴射された冷却液でワークWの表面で跳ね返された冷却液が、ラインコイル6に逆流しない構成とされている。

【0019】ワーク回転部44は、保持手段（図示省略）によってワークWの一端を保持し、そのワークWを回転軸Jの回りに回転（矢印K方向）させる。ワークWの回転軸Jは、空間25の中心と空間29の中心とを結んだ直線に一致する。また、そのワークWの回転軸Jは、リングコイル4のリング部5に流れる電流の方向に直交し、ラインコイル6のライン部10に流れる電流の方向に平行である。

【0020】ワーク送り部46は、保持手段（図示省略）によってワークWの一端を保持し、そのワークWを軸Jに沿って移動させる。ワークWの移動方向Jは、空間25の中心と空間29の中心とを結んだ直線に一致する。

【0021】ワークWを焼入するときの作用を説明する。運転準備段階で、リングコイル4の冷却水通路8とラインコイル6の冷却水通路12に水を流し始める。焼入装置の運転中、冷却水が流れ続ける。ワーク回転部44とワーク送り部46の保持手段群を作動させてワークWを保持する。ワークWを保持した後に、ワーク回転部44が制御部40によって制御された回転数でワークWを軸Jの回りに回転（矢印K方向）させる。ワークWを回転させながら、ワーク送り部46が制御部40によって制御された移動速度でワークWを軸J方向に移動させる。その移動速度は、焼入要求品質（主に焼入深さ）に基づいて設定されている。ワークWは回転しながらまずリングコイル4を通過し、ついでラインコイル6を通過して、最後に冷却部14に至る。

【0022】ワークWの先端から焼入を行う場合は、そのワークWの先端がリングコイル4に到達するに先立ってリングコイル4への通電を開始する。ワークWの中間部分に焼入をする場合は、ワークWの焼入領域先端がリングコイル4に到着する直前にリングコイル4への通電を開始する。リングコイル4に通電する高周波電流の周波数と電流値は、予熱に適切な値に予め設定されている。リングコイル4に高周波電流が通電されることによって、ワークWの表面近傍に周方向に流れる誘導電流I

Rが誘導され、ワーク表面近傍の温度が上昇する。リングコイル4を用いることによって、ワークWを効率良く短時間で予熱することができる。

【0023】ワークWの先端から焼入を行う場合は、そのワークWの先端がラインコイル6に到達するに先立ってラインコイル6への通電を開始する。ワークWの中間部分に焼入をする場合は、ワークWの焼入領域先端がラインコイル6に到達する直前にラインコイル6への通電を開始する。ラインコイル6に通電する高周波電流の周波数と電流値は、予熱されたワークを本加熱するのに適切な値に予め設定されている。ラインコイル6に高周波電流が通電されることによって、ワークWの表面近傍に軸方向に流れる誘導電流ILが誘導され、ワーク表面近傍の温度が上昇する。ワークWは、予めリングコイル4によって予熱されているので、ラインコイル6で必要とされる温度所上昇幅は狭い。ラインコイル6は予熱されたワーク表面の温度をわずかに上昇させて本加熱するが、その本加熱をラインコイルで行なうために、ワーク表面が均質に加熱される。

【0024】効率の良いリングコイルで加熱するために、消費電力を同じとした場合、ラインコイルだけで加熱する場合よりもワークを短時間で加熱でき、ワーク送り速度を上昇できる。リングコイルだけで加熱する場合に対比すると遅いが、リングコイルだけで加熱する場合よりも均質に加熱できる。本実施例の装置1は、ラインコイル4とリングコイル6を長所を得て、短時間に均質に加熱できる。

【0025】本加熱されたワークWは、冷却部14の冷却液噴射口から噴射された冷却液によって急冷されて焼入される。この冷却されたワークWは、冷却前にラインコイル6によって本加熱されたものなので、均質に加熱された状態から冷却される。従って、焼入後（冷却後）のワークWの歪は非常に小さい。

【0026】ワークWの後端まで焼入を行う場合は、そのワークWの後端が、リングコイル4を通過した後にリングコイル4への通電を停止し、ラインコイル6を通過した後にラインコイル6への通電を停止する。また、ワークWの中間部位を焼入する場合、ワークWの焼入領域後端がリングコイル4を通過した直後にリングコイル4への通電を停止し、ラインコイル6を通過した直後にラインコイル6への通電を停止する。この焼入装置は、ワークWの焼入領域先端から焼入領域後端まで、低歪焼入を行うことができる。コイルへの通電を断続的のオンオフすることで、1本のワークW中に、焼入領域と非焼入領域を交互に配置することができる。リング部5の軸方向の厚みや、ライン部10の軸方向の長さに比較して、ワークWの焼入領域長さ（軸方向長さ）が大幅に長い場合には、軸方向の焼入領域長さを移動速度で除した時間を通電時間とする。

【0027】本実施例に係る焼入装置1と焼入方法は、

焼入するワークWの長さに限定されない。またワークWの太さや表面形状に限定されない。

【0028】本実施例に係る焼入装置1及び焼入方法は、加熱効率の良いリングコイル4を用いてワークWに予め予熱を行った後に、ラインコイル6で本加熱を行うので、効率の良い加熱処理を実施することができる。即ち、効率の良い焼入処理を実施することができる。ラインコイル6を用いてワークWに本加熱を行った後に、冷却部14で焼入を行うので、低歪焼入を行うことができる。

【0029】本実施例に係る焼入装置によって焼入されたワークは歪が小さいので、焼入後の寸法精度の要求品質が高いもの（例えば、パワーステアリングラック）の製造過程から歪取り工程を省略することが可能である。

【0030】実施例に係る焼入装置は、段差を有する軸形状ワーク（例えば、ドライブシャフトやリアアクスルシャフト等）、軸に対して直角方向に加工や成形されている軸形状ワーク（例えば、パワーステアリングラックやボールネジ等）への低歪焼入に適している。中空部を有する軸形状ワーク（例えば、サイドインパクトビーム等）への低歪焼入にも適している。

【0031】実施例に係る低歪焼入装置と焼入方法について説明したが、本発明は上記の実施例になんら限定されるものではなく、当業者の知識に基づいて種々の変更、改良を施した形態で実施することができる。例えば、上記の実施例では、銅製の角管から構成されているリングコイルやラインコイルの場合を例にして説明したが、本発明の焼入装置と焼入方法が適用できるリングコイルやラインコイルの材質や管断面形状はそれに限られない。電気伝導性や熱伝導性の良い他の材質の円管から

構成されているリングコイルやラインコイルであってもよい。また、リングコイルの巻数が1の場合を例にして説明したが、本発明の焼入装置と焼入方法が適用できるリングコイルの巻数はそれに限られない。リングコイルの巻数が複数であってもよい。更には、複数のリングコイルを備えた焼入装置であってもよい。更には、リングコイルと冷却部との間に、複数のラインコイルを備えた焼入装置であってもよい。また、冷却液を噴出させてワークを焼入する冷却部の場合を例にして説明したが、本発明の焼入装置と焼入方法が適用できる冷却部の形態はそれに限られない。本加熱した直後のワークを冷却槽に浸漬させる形態の冷却部を用いる焼入装置や焼入方法にも適用することができる。特に、比較的に長尺ではないワークに焼入処理を行う場合に有効である。また、固定されたワークに対してコイルを回転させたりあるいは送ることによって、相対的に運動させてもよい。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例に係る焼入装置。

【図2】実施例に係るリングコイルの平面図。

【図3】実施例に係るリングコイルの側面図。

【図4】実施例に係るラインコイルの平面図。

【図5】実施例に係るラインコイルの側面図。

【図6】ラインコイルの電流方向のスケルトン図。

【符号の説明】

1：焼入装置

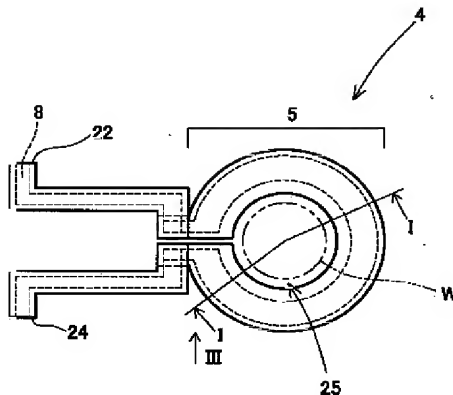
4：リングコイル

6：ラインコイル

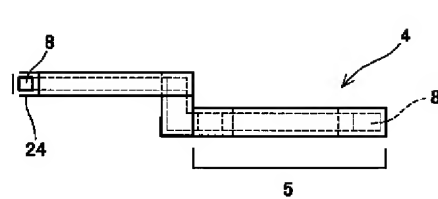
10：ライン部

14：冷却部

【図2】



【図3】





!(7) 002-235111 (P2002-235111A)